



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STAVEBNÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

**ÚSTAV ŽELEZNIČNÍCH KONSTRUKCÍ A STAVEB**

INSTITUTE OF RAILWAY STRUCTURES AND CONSTRUCTIONS

**NÁVRH OPTIMALIZACE TRAŤOVÉHO ÚSEKU  
HOLICE - BOROHRÁDEK V KM 43,7 - 46,750**

OPTIMIZATION OF TRACK SECTION HOLICE - BOROHRÁDEK KM 43.7 - 46.750

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Miloš Provázek**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**doc. Ing. OTTO PLÁŠEK, Ph.D.**

**BRNO 2019**



# VYSOKÉ UČENÍ TECHICKÉ V BRNĚ

## FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav železničních konstrukcí a staveb

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Miloš Provázek
Název	Návrh optimalizace traťového úseku Holice - Borohrádek v km 43,7 - 46,750
Vedoucí práce	doc. Ing. Otto Plášek, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2018
Datum odevzdání	24. 5. 2019

V Brně dne 30. 11. 2018

---

doc. Ing. Otto Plášek, Ph.D.  
Vedoucí ústavu

---

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT

## **PODKLADY A LITERATURA**

Geodetické zaměření úseku

Nákresný přehled trati

Vzorové listy železničního spodku

Předpisy SŽDC S3 Železničního svršku a S4 Železniční spodek

ČSN 73 6360-1 Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha – Část 1: Projektování

Vyhláška 369/2001 Sb. ve znění pozdějších úprav

ČSN 73 6301 – Projektování železničních drah

## **ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ**

V rámci práce navrhnete optimalizaci úseku trati

mezi stanicemi Holice - Borohrádek v km 43,7 - 46,750 (do výhybky č. 2 žst. Borohrádek).

V rámci práce navrhnete:

- úpravu geometrických parametrů koleje, respektujte přitom těleso železničního spodku a jeho objekty
- rekonstrukci železničního svršku
- úpravu konstrukce zemního tělesa a konstrukčních vrstev
- obnovu odvodnění tělesa železničního spodku
- technologii práce
- výkaz výměr

Při řešení rekonstrukce zvažte možnost zvýšení traťové rychlosti. Prověřte rozhledové poměry na dotčených přejezdech.

Předepsané přílohy

1. Technická zpráva
2. Situace 1:1000
3. Podélný řez 1:2000/200
4. Charakteristické příčné řezy 1:50
5. Výkaz výměr
6. Návrh technologického postupu

## **STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá optimalizací geometrických parametrů koleje na vybraném traťovém úseku a zvýšením traťové rychlosti na maximální možnou. Cílem práce je rovněž návrh železničního svršku a návrh obnovy odvodnění včetně technologie prací. Nadále je v práci pojednáno o rozhledových poměrech na přejezdech.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

železniční svršek, pláň zemního tělesa, kolejové lože, technologie výstavby, železniční spodek

## **ABSTRACT**

The Bachelor thesis is devoted to the optimization of track geometry parameters at the chosen track section and deals with increasing track speed up to maximum. The objective of Bachelor thesis is design of superstructure and a design of drainage renewal including working technology. The Bachelor thesis also deals with view conditions at level crossings.

## **KEYWORDS**

railway superstructure, road-bed, ballast bed, construction technology, railway substructure

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

Miloš Provázek *Návrh optimalizace traťového úseku Holice - Borohrádek v km 43,7 - 46,750*.  
Brno, 2019. 32 s., 106 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta  
stavební, Ústav železničních konstrukcí a staveb. Vedoucí práce doc. Ing. Otto Plášek,  
Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Návrh optimalizace traťového úseku Holice - Borohrádek v km 43,7 - 46,750* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 20. 5. 2019

---

Miloš Provázek  
autor práce

## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Návrh optimalizace traťového úseku Holice - Borohrádek v km 43,7 - 46,750* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 20. 5. 2019

---

Miloš Provázek  
autor práce

## **PODĚKOVÁNÍ:**

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu práce panu docentu Otto Pláškov, který mi při zpracování mé bakalářské práce velice pomohl. V neposlední řadě bych také rád poděkoval své rodině, která mě doposud plně podporovala v mém studiu.

## **Seznam příloh:**

### **0. Náležitosti VŠKP**

Titulní list VŠKP

Zadání bakalářské práce

Abstrakt, klíčová slova

Bibliografická citace

Prohlášení autora o původnosti práce

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy

VŠKP Poděkování

Použitá literatura

Seznam příloh

### **1. Průvodní a technická zpráva**

### **2. Situace km 43,700 000 – 46,764 459**

### **3. Podélný řez**

### **4. Charakteristické příčné řezy**

### **5. Výkaz výměr**

### **6. Návrh technologického postupu**

### **7. Ověření rozhledových poměrů**

7. 1 Ověření rozhledových poměrů - výpočty

7. 2 Ověření rozhledových poměrů 1 - výkresová část

7. 3 Ověření rozhledových poměrů 2 - výkresová část



# **PRŮVODNÍ A TECHNICKÁ ZPRÁVA**

**V Brně, 2019**

**Miloš Provázek**

# Obsah

1. ÚVOD.....	4
1.1 Identifikační údaje stavby.....	4
1.2 Zadání práce.....	4
1.3 Seznam příloh.....	4
1.4 Podklady.....	5
2. SMĚROVÉ POMĚRY.....	5
2.1 Stávající stav.....	5
2.2 Navržený stav.....	5
3. SKLONOVÉ POMĚRY.....	8
3.1 Stávající stav.....	8
3.2 Navržený stav.....	8
4. ŽELEZNIČNÍ SVRŠEK.....	10
4.1 Stávající železniční svršek.....	10
4.2 Navržený železniční svršek.....	10
4.3 Rozšíření kolejového lože.....	11
5. ŽELEZNIČNÍ SPODEK.....	11
5.1 Geotechnické podklady.....	11
5.2 Návrh pražcového podloží.....	12
5.3 Plán tělesa železničního spodku.....	13
5.3.1 Rozšíření pláň tělesa železničního spodku.....	13
5.5 Konstrukční vrstva.....	14
5.6 Odhumusování a ohumusování.....	14
5.7 Svahy zemního tělesa.....	14
6. ODVODNĚNÍ.....	14
6.1 Příkopové zidky UCH 1.....	15
6.2 Příkopové zidky UCB 0.....	15
6.3 Zpevněný příkop TZZ3.....	17
6.4 Nezpevněný příkop.....	17
6.5 Trativody.....	17
7. OBJEKTY A KŘÍŽENÍ.....	18
7.1 Propustky.....	18
7.2 Přejezdy.....	18
7.3 Inženýrské sítě.....	19
8. PŘELOŽKY A DEMOLICE.....	20
9. ZÁVĚR.....	20
10. POUŽITÁ LITERATURA.....	21

# 1 Úvod

## 1.1 Identifikační údaje stavby

Název stavby:	Optimalizace traťového úseku Holice – Borohrádek v km 43,700 – 46,750
Druh stavby:	Dopravní, rekonstrukce
Zadavatel:	Ústav železničních konstrukcí a staveb Vysoké učení technické v Brně Fakulta stavební se sídlem Veveří 331/95, 602 00 Brno
Místo stavby:	Železniční trať 016 Chrudim - Borohrádek km 43,700 – 46,750
Katastrální území:	Veliny, Borohrádek
Okres:	Rychnov nad Kněžnou
Kraj:	Královéhradecký kraj
Projektant:	Miloš Provázek
Vedoucí práce:	doc. Ing. Otto Plášek, Ph.D.

## 1.2 Zadání práce

Bakalářská práce se zabývá návrhem úpravy geometrických parametrů koleje a rekonstrukcí železničního svršku na trati Holice Borohrádek v úseku od km 43,700 do km 46,750. Cílem je rovněž také zvýšit traťovou rychlost na maximální možnou a to i pro vozidla s povoleným nedostatkem převýšení  $I = 130$  mm. Při rekonstrukci se také řeší pět železničních přejezdů, kde je nutné ověřit rozhledové poměry dle platných právních předpisů. Práce nadále pojednává o obnově odvodnění tělesa železničního spodku a o úpravách konstrukce zemního tělesa a jeho konstrukčních vrstev.

## 1.3 Seznam Příloh

- 0. Náležitosti VŠKP
  - 1. Průvodní a technická zpráva
    - 1a Výpočet účinků mrazu
  - 2. Situace 1:1000
  - 3. Podélný řez 1:2000/200
  - 4. Vzorové příčné řezy 1:50
  - 5. Výkaz výměr
  - 6. Technologie práce
  - 7. Ověření rozhledových poměrů výkresová část
  - 8. Výpočtová část rozhledových trojúhelníků

## 1.4 Podklady

Geodetické zaměření tratě

Místní prohlídka železniční tratě

Geotechnické mapy

## 2. Směrové poměry

### 2.1 Stávající stav

Souřadnicový systém S-JTSK. Stávající směrové poměry byly odvozeny pouze z geodetického zaměření trati. Přesná délka úseku do napojení ve výhybce č. 2 v Železniční stanici Borohrádek činí 3,064 059km. Původní nejvyšší traťová rychlost v obloucích dosahuje 45km/h dle rychlostních návěstidel omezujících rychlost.

Staničení [km]	Popis
43, 700 000	Začátek úseku
43, 700 000 - 44,631 701	Přímý úsek, dl. 931,701m
44,631 701 - 44,859 479	Levostranný oblouk s přechodnicemi R=249m
44,859 479 - 44,942 725	Přímý úsek, dl. 83,246m
44,942 725 - 45,070 100	Pravostranný oblouk s přechodnicemi R=500m
45,070 100 - 45,893 173	Přímý úsek, dl. 823,073m
45,893 173 - 46,011 501	Pravostranný oblouk s přechodnicemi R=507m
46,011 501 - 46,175 437	Přímý úsek, dl. 163,936m
46,175 437 - 46,295 495	Levostranný oblouk s přechodnicemi R=458m
46,295 495 - 46,411 422	Přímý úsek, dl. 115,927
46,411 422 - 46,726 040	Levostranný oblouk s přechodnicí R=248m
46,726 040 - 46,764 459	Levostranný oblouk bez přechodnic R=300m
46,764 459	Výhybka č. 2 v železniční stanici Borohrádek

### 2.2 Navržený stav

Ze zaměřených bodů osy stávajícího stavu bylo provedeno vyrovnání přímých a kružnicových úseků pomocí metody nejmenších čtverců. Kvůli zachování zemního tělesa dotčeného úseku byla snaha minimalizovat příčné posuny. Největší příčný posun činí 79 mm, a nachází se v posledním složeném oblouku ve staničení km 46,446 138. Posun vznikl z důvodu napojování se do výhybky číslo 2 v železniční stanici Borohrádek. Dalším místem větších posunů je oblouk číslo 2 ve staničení km 44,942 725 – 45,070 100. V tomto oblouku se nachází celkem 3 posuny 75mm.

Uvedeným vyrovnáním směrových poměrů a vhodným návrhem převýšení koleje v obloucích bylo dosaženo ve všech obloucích rychlosti 60km/h kromě posledního složeného oblouku, kde rychlost činí 50 km/h. Pro vozidla s povoleným nedostatkem převýšení I = 130 mm je možnost dosažení vyšších rychlostí ve všech obloucích a to v intervalu od 10 do 15km/h.

Přesná délka úseku do napojení ve výhybce č. 2 v železniční stanici Borohrádek činí 3,064059km. Tato výhybka není v převýšení, z tohoto důvodu je i poslední oblouk navržen s nulovým převýšením.

Staničení (km)	Popis
43,700 000	ZÚ  Přímý úsek dl. 931,701 m
44,631 701	ZP1 Přechodnice a vzestupnice, $n_1 = 10,22V$ ; $n_{130}=9,44V$ , $L_{k1} = 46,000$ m; $A=107$ ; $m = 0,354m$ ; $T = 118,282$ m; klotoida
44,677 701	ZO1 Oblouk levostranný, $R= 249$ m; $V = 60$ km/h; $V_{130} = 65$ km/h; $D = 75$ mm; $I = 96mm$ ; $I_{130} = 126$ mm; $\alpha_s = 41,8279^\circ$ ; $do = 135,778$ m, $u_1=3mm$ , $lu_1=6m$
44,813 479	KO1 Přechodnice a vzestupnice, $n_1 = 10,22V$ ; $n_{130}=9,44V$ , $L_{k1} = 46,000$ m; $A=107$ ; $m = 0,354m$ ; $T = 118,282$ m; klotoida
44,859 479	KP1 Přímý úsek, dl. 83,246m
44,942 725	ZP2 Přechodnice a vzestupnice, $n=10,00V$ ; $n_{130}=8,57V$ , $L_k=24,600m$ ; $A = 111$ ; $m = 0,050$ m; $T = 63,87m$ ; klotoida
44,967 325	ZO2 Oblouk pravostranný, $R = 500$ m; $V = 60$ km/h; $V_{130} = 70$ km/h; $D=41$ mm; $I = 44$ mm; $I_{130} = 75$ mm; $\alpha_s = 11,7771^\circ$ ; $do = 78,175$ m
45,045 500	KO2 Přechodnice a vzestupnice, $n=10,00V$ ; $n_{130}=8,57V$ , $L_k=24,600m$ ; $A = 111$ ; $m = 0,050$ m; $T = 63,87m$ ; klotoida
45,070 100	KP2 Přímý úsek, dl. 823,073m
45,893 173	ZP3 Přechodnice a vzestupnice, $n=10,57V$ ; $n_{130}=8,46V$ , $L_k=34,887m$ ; $A = 133$ ; $m = 0,100$ m; $T = 59,266m$ ; klotoida

45,976 614	<p>KO3</p> <p>Přechodnice a vzestupnice, <math>n=10,57V</math>;  <math>n_{130}=8,46V</math>, <math>L_k=34,887m</math>; <math>A = 133</math>, <math>m = 0,100</math> m; <math>T = 59,266m</math>;  klotoida</p>
46,011 501	<p>KP3</p> <p>Přímý úsek, dl. 163,936m</p>
46,175 437	<p>ZP4</p> <p>Přechodnice a vzestupnice, <math>n = 11,75V</math>; <math>n_{130}=10,04V</math>, <math>L_k = 27,500</math> m; <math>A = 112</math>; <math>m = 0,069</math> m; <math>T = 60,194m</math>; klotoida</p>
46,202 937	<p>ZO4</p> <p>Oblouk levostranný, <math>R= 458</math> m; <math>V = 60</math> km/h;  <math>V_{130} = 70</math> km/h; <math>D = 39</math> mm; <math>I = 54mm</math>; <math>I_{130} = 88mm</math>  <math>\alpha_s = 11,579^\circ</math>; <math>do = 65,058</math> m</p>
46,267 995	<p>KO4</p> <p>Přechodnice a vzestupnice, <math>n = 11,75V</math>; <math>n_{130}=10,04V</math>, <math>L_k = 27,500</math> m; <math>A = 112</math>; <math>m = 0,069</math> m; <math>T = 60,194m</math>; klotoida</p>
46,295 495	<p>KP4</p> <p>Přímý úsek, dl. 115,927 m</p>
46,411 422	<p>ZP5</p> <p>Přechodnice a vzestupnice, <math>n = 15,60V</math>; <math>n_{130}=13,00V</math>, <math>L_k = 39,000</math> m; <math>A = 98</math>; <math>m = 0,250</math> m; <math>T = 187,211m</math>; klotoida</p>
46,450 422	<p>ZO5</p> <p>Oblouk levostranný, <math>R = 248</math> m; <math>V = 50</math> km/h; <math>V_{130} = 60km/h</math>;  <math>D=50</math> mm; <math>I = 69</math> mm; <math>I_{130} = 122</math> mm; <math>\alpha_s= 68,1815^\circ</math>;  <math>do = 275,618</math> m</p>

46,726 040

KO5=ZO6

Oblouk levostranný,  $R = 300 \text{ m}$ ;  $V = 50 \text{ km/h}$ ;  $D = 0 \text{ mm}$ ;  $I = 99 \text{ mm}$ ;  $\alpha_s = 7,3380^\circ$ ;  $d_o = 38,422 \text{ m}$ ,  $n=10,00\text{V}$ ;  $L_k=0,000\text{m}$ ;  $T=19,237\text{m}$ ,  $n=0,00\text{V}$ ;  $L_k=0,000\text{m}$ ;  $T=19,237\text{m}$

### 3. Sklonové poměry

#### 3.1 Stávající stav

Výška a průběh stávající nivelety temene kolejnice byly zjištěny z geodetického zaměření stávajícího stavu. Výškový systém zaměření je Balt po vyrovnání.

#### 3.2 Navržený stav

Výšky jsou vztaženy k výškovému systému Balt po vyrovnání. V novém stavu se nachází 10 lomů sklonu. Sklony ve staničení: km 44,621 067; 45,335 891; 46,101 229 se nebudou vytyčovat, nýbrž jsou pouze navrženy, jelikož rozdíly sousedních sklonů jsou menší než 2‰. Zbylé lomy sklonů se budou i vytyčovat. Lomy sklonů jsou umístěny tak, aby zasahovaly pouze do kružnicových částí oblouků nebo pouze do přímých úseků. Začátek a konec úseku je výškově navázán na původní stav.

Maximální výškový posun od stávajícího stavu činí 120 mm. Největší výškové posuny jsou v násypu. V místech přejezdů a propustků byla snaha o minimalizaci výškových posunů.

Staničení (km)	Popis	Výška nivelety TK (m.n.m)
43,700 000	Začátek úseku	291,111
43,700 000 – 44,266 821	Klesá 0,40 ‰; dl. = 566,821 m	
44,266 821	Lom sklonu $R_v = 5\ 000 \text{ m}$ $T_z = 9,312 \text{ m}$ $y_v = 0,009 \text{ m}$	290,885
44,266 821 – 44,621 067	Klesá 4,12 ‰; dl. = 354, 246 m	
44,621 067	Lom sklonu $R_v = 10\ 000 \text{ m}$ $T_z = 1,601 \text{ m}$ $y_v = 0,000 \text{ m}$	289,424
44,621 067 – 44,690 464	Klesá 3,80 ‰; dl. = 69,398m	
44,690 464	Lom sklonu $R_v = 2\ 500 \text{ m}$ $T_z = 12,725 \text{ m}$ $y_v = 0,032 \text{ m}$	289,160

44,690 464 – 44,877 200	Klesá 13,98 ‰; dl. = 186,736 m	
44,877 200	Lom sklonu $R_v = 5\,000\text{ m}$ $T_z = 7,175\text{ m}$ $y_v = 0,005\text{ m}$	286,549
44,877 200 – 45,033 805	Klesá 11,11 ‰; dl. = 156,605 m	
45,033 805	Lom sklonu $R_v = 5\,000\text{ m}$ $T_z = 10,017\text{ m}$ $y_v = 0,010\text{ m}$	284,809
45,033 805 – 45,195 273	Klesá 15,12 ‰; dl = 161,468 m	
45,195 273	Lom sklonu $R_v = 5\,000\text{ m}$ $T_z = 6,540\text{ m}$ $y_v = 0,004\text{ m}$	282,367
45,195 273 – 45,335 891	Klesá 12,5 ‰; dl. = 140,618 m	
45,335 891	Lom sklonu $R_v = 5\,000\text{ m}$ $T_z = 0,519\text{ m}$ $y_v = 0,000\text{ m}$	280,609
45,335 891 – 45,944 355	Klesá 12,71 ‰; dl. = 608,464m	
45,944 355	Lom sklonu $R_v = 7000\text{ m}$ $T_z = 14,014\text{ m}$ $y_v = 0,014\text{ m}$	272,875
45,944 355 – 46,101 229	Klesá 8,71 ‰; dl. = 156,875 m	
46,101 229	Lom sklonu $R_v = 5\,000\text{ m}$ $T_z = 1,514\text{ m}$ $y_v = 0,00\text{ m}$	271,509
46,101 229 – 46,662 005	Klesá 8,10 ‰; dl. = 560,776 m	
46,662 005	Lom sklonu $R_v = 10\,000\text{ m}$	266,965



	$T_z = 29,618 \text{ m}$	
	$y_v = 0,044 \text{ m}$	
46,662 005 – 46,764 459	Klesá 2,18 ‰; dl = 102,453 m	
46,764 459	KONEC ÚSEKU	266,742

## 4. Železniční svršek

### 4.1 Stávající železniční svršek

Po místní prohlídce traťového úseku byla zjištěna řada nedostatků. Odvodnění není udržované a mnohdy nebylo ani zřízeno, příp. zaniklo. Ve složeném oblouku byly kolejnicové pásy stykovány s nadměrně velkou dilatační mezerou. Ve zbylé části úseku byla zřízena bezстыková kolej. Pražcové kotvy se na traťovém úseku nenacházejí. Zaznamenány byly také propady konstrukčních vrstev. Železniční svršek se skládá z betonových pražců SB6, kolejnic R65 na žebrových podkladnicích s upevněním ŽS4.

### 4.2 Navržený železniční svršek

Navržené kolejové lože má lichoběžníkový tvar ve sklonu 1:1,25 minimální tloušťky 550 mm (350 mm pod ložnou plochou pražce). Frakce kolejového lože je 31,5/63. Základní šířka horní hrany kolejové lože od osy koleje je 1,700 m v přímých úsecích, z důvodu zřízení bezстыkové koleje dojde v obloucích k rozšíření kolejového lože na 1,75 m z důvodů nadvýšení o 100 mm. Nový kolejový rošt se bude skládat z betonových pražců B 03 a kolejnic 49 E1 s pružným bezpodkladnicovým upevněním W -14 typu VOSSLOH (vrtule R1, svěrky Skl -14, pryžové podložky WS -7 pod patu kolejnice, úhlové vodící vložky Wfp -14K 600). Kolejnice budou uloženy v úklonu 1:40. Rozdělení pražců je „d“ 611 mm. Pražcové kotvy budou zřízeny na každém třetím pražci v prvním oblouku o poloměru R=249 m a posledním (složeném) oblouku v části oblouku o poloměru R=248m.

## 4.3 Rozšíření kolejového lože

Staničení [km]	Šířka kolejového lože
43, 700 000 - 44,631 701	3,400m
44,631 701 - 44,859 479	3,450m+nadvýšení 0,100m
44,859 479 - 44,942 725	3,400m
44,942 725 - 45,070 100	3,450m+nadvýšení 0,100m
45,070 100 - 45,893 173	3,400m
45,893 173 - 46,011 501	3,400m
46,011 501 - 46,175 437	3,400m
46,175 437 - 46,295 495	3,400m
46,295 495 - 46,411 422	3,400m
46,411 422 - 46,726 040	3,450m+nadvýšení 0,100m
46,726 040 - 46,764 459	3,450m+nadvýšení 0,100m

## 5. Železniční spodek

### 5.1 Geotechnické podklady

Použité podklady:

Geologická mapa ČSSR, mapa předčtvrtohorních útvarů M 1:200 000, list M-33-XVII  
Náchod

Geologická mapa ČR, M 1:50 000, list 14-13 Rychnov nad Kněžnou

Archiv ČGS – geofond Praha, Vrtná prozkoumanost

Rekognoskace zájmového území

Přehled geologických a hydrogeologických poměrů

Předkvartérní podklad v zájmovém území tvoří horniny mezozoika, zastoupené zde křídovými  
( turon svrchní – coniac ) slínovci a jílovci

Kvartérní pokryv tvoří níže uvedené sedimenty:

Úsek 1 – km 43,700 000 – 44, 828 813

Vápnité jílovce (coniac – svrchní turon ). Konzistence pevná. Při povrchu mohou být zvětralé  
až rozložené a mít charakter jílu pevné konzistence. Jíly však bývají objemově nestálé  
a namrzavé. Hladinu podzemní vody lze očekávat ve větší hloubce ve vrstvách pískovců.

Úsek 2 – km 44,828 813 – 46,750 000

Vápnitý jíl (uložený až zvětralý jílovec), konzistence pevná, mocnost 5m. Podzemní voda se  
nachází ve větší hloubce a ve vrstvách pískovců.

Geotechnické vlastnosti hornin s přihlédnutím k již dnes neplatné ČSN 73 1001

Předkvarterní křídové slínovce a jílovce náleží mezi horniny tř. R5  
pevnost v prostém tlaku  $\sigma_c=4\text{MPa}$

modul přetvárnosti  $E_{\text{def}}=200\text{Mpa}$   
poissonovo číslo  $\nu=0,25$

Vápnitý jílovec (coniak – svrchní turon), zvětralý až rozložený je charakterem jíl pevné konzistence a náleží do tř. F8CH,

poissonovo číslo  $\nu=0,42$   
převodní součinitel  $\beta=0,47$   
objemová tíha  $\gamma=20,5\text{ kN/m}^3$   
modul deformace  
 $E_{\text{def}}=8\text{ MPa}$   
oedometrický modul deformace  $E_{\text{oed}}=E_{\text{def}}/\beta=8/0,47=17,021\text{ MPa}$   
totální soudržnost  $c_u=90\text{ kPa}$   
totální úhel vnitřního tření  $\varphi_u=5^\circ$   
efektivní soudržnost  $e_{\text{ef}}=20\text{ kPa}$   
efektivní úhel vnitřního tření  $\varphi_{\text{ef}}=15^\circ$   
tabulková výpočtová únosnost  $R_{\text{dt}}=160\text{ kPa}$   
těžitelnost dle ČSN 73 3050 3tř.

Inženýrsko geologické zhodnocení

Výše popsané základové poměry hodnotíme jako složité zejména s ohledem na objemové nestálé jílovité zeminy (rozložené až zvětralé vápnité jílovce).

Doporučuje se proto provést v otevřené krajině úpravy, které zabrání snižování vlhkosti jílovitých zemin, které je doprovázeno jejich smršťováním a následujícími poklesy objektů.

## 5.2 Návrh pražcového podloží

Pražcové podloží bylo navrženo jako typ 6. Konstrukční vrstva ze štěrkodrti frakce 0/32 tloušťky 0,150m spočívající na zlepšené zemině vápnem a cementem o mocnosti 0,300m. Bylo provedeno posouzení na účinky mrazu. Návrh pražcového podloží je nutné ověřit zkouškami v laboratoři na základě zkoušky únosnosti CBR. Vrstva zlepšené zeminy bude provedena ve vzdálenosti 2,5 m od osy koleje. Předběžně navržená tloušťka vrstvy zlepšené zeminy je 0,300m

Posouzení na účinky mrazu:

Index mrazu -  $I_{\text{mn}}=400^\circ\text{C} \rightarrow h_{\text{pt}}=0,045\sqrt{400} = 0,900\text{m}$

Tloušťka kolejového lože -  $h_{\text{kl}}=0,550\text{m}$

Dovolená tloušťka promrzání -  $h_{\text{z,dov}}=0,500\text{m}$  (CBR  $\geq 25\%$ )

Ekvivalentní tloušťka konstrukční vrstvy -  $h_{\text{šp}}$

$$h_{\text{šp}} = h_{\text{sd}} \frac{A_{\text{sp}}}{A_{\text{sd}}} = 0,15 \frac{2,3}{2,1} = 0,164\text{m}$$

Posouzení:

$$h_{\text{pt}} \leq h_{\text{z,dov}} + h_{\text{kl}} + h_{\text{šp}}$$

$$0,9 \leq 0,500 + 0,550 + 0,164$$

$$0,9 \leq 1,214\text{m}$$

Vyhovuje

## 5.3 Plán tělesa železničního spodku a zemní pláň

Plán tělesa železničního spodku

Staničení (km)

43,700 000 – 43,825 105 – skloněná 5 % vpravo

43,825 105 – 44,729 895 – skloněná 5 % vlevo

44,729 895 – 44,918 219 – skloněná 5% vpravo

44,918 219 – 45,327 604 – skloněná 5 % vlevo

45,327 604 – 45,741 175 – vodorovná

45,741 175 – 46,080 683 – skloněná 5 % vlevo

46,080 683 – 46,225 803 - vodorovná

46,225 803 – 46,461 120 – skloněná 5 % vpravo

46,461 120 – 46,591 331 - skloněná 5 % vlevo

46,591 331 – 46,764 459 – vodorovná

Pláň tělesa železničního spodku je navržena v šířce 3,100m od osy koleje. Celková šířka tedy činí 6,200m. V místech příkopových žlabů UCB 0 a UCH 1 se nachází vodorovná pláň tělesa železničního spodku.

Zemní pláň

Zemní pláň má totožné příčné sklony jako pláň tělesa železničního spodku až na místa již zmiňovaných příkopových zídek oboustranně umístěných, kdy na rozdíl od nich není v těchto místech zemní pláň vodorovná, nýbrž ji zůstane příčný sklon z předchozích úseků.

### 5.3.1 Rozšíření pláň tělesa železničního spodku

Rozšíření se zřídí pomocí pražcové rovnaniny z vyzískaných pražců SB6. Pražce se spojí ocelovou sponou průměru 16mm ve 2 sloupcích a 2 případně 3 řadách. Uloží se na podkladní beton C12/15 v minimální mocnosti 0,050m a příčném sklonu 5%

Staničení(km)

45,730 540 – 45,781 491      délka=50,951m,      strana pravá

46,306 666 – 46,403 790      délka=97,124m,      strana pravá

Ve staničení km 45,002 829 – 45,015 774 se provede zazubení podloží na pravé straně jedním stupněm šířce 1,0m a výšce 0,250m. Skosení stupně v místě hrany ve sklonu 1:1,5

## 5.5 Konstrukční vrstva

Konstrukční vrstva je navržena v tloušťce 0,150m ze štěrkodrti frakce 0/32 tl. 0,150m a bude zřízena v celé délce rekonstruovaného úseku.

## 5.6 Odhumusování a ohumusování

Odhumusovací práce nebudou probíhat z důvodu rekonstrukce stávajícího traťového úseku. Ohumusování se zřídí v úsecích zpevněných příkopů pomocí tvárníc TZZ 3 a nezpevněných příkopu v tloušťce 0,150m rozprostřením ornice a osetím travním semenem.

## 5.7. Svahy zemního tělesa

Sklony svahů jsou navrženy v celém traťovém úseku 1:2,5 a to z důvodů nevhodných jílových zemin F8CH. Sklony svahů za příkopovými zídkami UCB 0 a UCH 1 zůstanou zachovány rovněž jako sklony svahů náspů.

## 6. Odvodnění

Odvodnění v zářezích se zřídí z příkopových zídek UCB 0 a UCH1 z důvodů snížení kubatur zemních prací a především kvůli setrvání na drážním pozemku. V odřezích je navrženo odvodnění v kombinaci s příkopovými zídkami a zpevněných (TZZ3) či nezpevněných příkopu. V místech úrovnových křížení přejezdů je odvodnění z příkopových zídek či nezpevněných příkopu převedeno prostřednictvím trativodu pod křižující komunikaci a navázáno na následující odvodňovací úsek. Všechny odvodňovací konstrukce ústí do stávajících propustků až na vyústění mimo drážní těleso ve staničení km 46, 288 986, která bude napojeno do vodoteče Velinský potok a ve staničení km 46,315 682, které ústí do volného prostranství louky. Na konci a na začátku úseku se nově vybudované odvodnění napojí na stávající konstrukce odvodnění.

## 6.1 Příkopové zídky UCH1

Zídky se uloží do betonového lože C12/15 o mocnosti 0,150m. Po uložení zídek bude řádně provedeno zhutnění těsnících vrstev v požadovaném spádů a tloušťce. Umístění filtrační geotextilie a obsypání zídky štěrkem frakce 31,5/63.

Pravá strana ve směru staničení

staničení km	popis	délka m	sklon ‰
45,300 925	začátek	34,966	-12,15
45,335 891	změna sklonu	142,812	-12,71
45,478 703	konec		
45,954 036	začátek	147,193	-8,71
46,101 229	změna sklonu	86,727	-8,10
46,187 956	konec		

Levá strana ve směru staničení

staničení km	popis	délka m	sklon ‰
45,300 925	začátek	34,966	-12,15
45,335 891	změna sklonu	142,812	-12,71
45,478 703	konec		
45,891 938	začátek	52,417	-12,71
45,944 355	změna sklonu	114,477	-8,71
46,058 832	konec		

## 6.2 Příkopové zídky UCB 0

Levá strana ve směru staničení

staničení km	popis	délka m	sklon ‰
43,746 957	začátek	240,598	-0,4
43,987 550	konec		
43,992 503	začátek	112,447	-0,4
44,104 950	konec		
44,109 428	začátek	39,55	-0,4
44,148 978	konec		
44,153 502	začátek	92,836	-0,4
44,246 338	konec		
44,252 338	začátek	14,483	-0,4
44,266 821	změna sklonu	10,798	-4,12
44,374 619	konec		

44,483 161	začátek	137,906	-4,12
44,621 067	změna sklonu	69,397	-3,8
44,690 464	změna sklonu	25,575	-13,98
44,716 039	konec		
44,940 476	začátek	50,12	-11,11
44,990 596	konec		
44,996 308	začátek	37,497	-11,11
45,033 805	změna sklonu	75,546	-15,12
45,109 351	konec		
45,811 490	začátek	78,105	-12,71
45,889 595	konec		
46,058 832	začátek	42,397	-8,71
46,101 229	změna sklonu	214,453	-8,1
46,315 682	konec		
46,553 087	začátek	86,727	-8,1
46,764 459	konec		

Pravá strana ve směru staničení

staničení km	popis	délka m	sklon ‰
44,628 455	začátek	62,009	-3,8
44,690 464	změna sklonu	130,321	-13,98
44,820 785	konec		
45,070 088	začátek	125,185	-15,12
45,195 273	změna sklonu	62,109	-12,15
45,257 382	konec		
45,503 127	začátek	103,679	-12,71
45,606 806	konec		
46,553 087	začátek	211,372	-8,1
46,764 459	konec		

## 6.3 Zpevněný příkop TZZ3

Pravá strana ve směru staničení

staničení km	popis	délka m	sklon ‰
43,732 716	začátek	240,598	-0,4

Levá strana ve směru staničení

staničení km	popis	délka m	sklon ‰
43,700 000	začátek	38,32	-2,5

## 6.4 Nezpevněný příkop

Levá strana ve směru staničení

staničení km	popis	délka m	sklon ‰
45,611 465	začátek	191,836	-12,71

## 6.5 Trativody

V rekonstruovaném úseku je navrženo 4 trativody v místech křížení odvodňovacího zařízení s pozemními komunikacemi. Trativody budou v rýze o šířce 0,6m, která bude opatřena filtrační geotextilií a bude zasypána propustným materiálem 16/31,5. Trativodní potrubí se uloží na vyrovnávací vrstvu ze štěrkodrti o mocnosti 0,050m. Průměr DN potrubí trativodu PE-HD činí 0,150m. Osová vzdálenost potrubí od osy koleje je minimálně 2,2m a minimální hloubka uložení je 1,2m.

Levá strana ve směru staničení

staničení km	popis	délka m	sklon ‰	DN mm
44,148 978	začátek	4,500	-0,40	150
44,153 502	konec			
44,616 740	začátek	8,376	-4,12	150
44,625 117	konec			
45,803 282	začátek	7,230	-12,71	150
45,810 380	konec			
46,638 242	začátek	15,700	-8,10	150
46,638 242	konec			



Pravá strana ve směru staničení

staničení km	popis	délka m	sklon ‰	DN mm
46,638 242	začátek	15,700	-8,10	150
46,638 242	konec			

## 7. Objekty a křížení

Na rekonstruovaném úseku se nachází 12 propustků. V rámci rekonstrukce traťového úseku se provede čištění a sanace propustků. Všechny stávající propustky budou zachovány. Staničení propustků je vztaženo k novému stavu.

### 7.1 Propustky

staničení km	popis	délka m
43,988 538	Trubní propustek sv.0,60m+0,60m	3,800
44,106 958	Propustek, sv.0,70m vol. v.1,00m	4,700
44,248 808	Trubní propustek sv.0,80m	3,500
44,376 816	Propustek sv.0,70m vol. v.0,90m	4,250
44,480 654	Propustek sv.0,60m vol. v.1,00m	4,000
44,823 191	Trubní propustek sv. 0,60m	3,850
44,901 841	Propustek sv.0,60m vol. v.1,10m	3,900
44,997 257	Trubní propustek sv. 0,80m	3,550
45,260 818	Trubní propustek sv. 0,60m	5,400
45,480 243	Propustek sv.0,60m vol. v.1,05m	3,600
45,608 648	Trubní propustek sv. 0,60m	4,000
45,890 791	Propustek sv.0,60m vol. v.1,05m	3,750

### 7.2 Přejezdy

Celkem se na rekonstruovaném úseků nachází 5 přejezdů. Všechny přejezdy jsou zabezpečené výstražným křížem. K přihlídnutí k rozhledovým poměrům se vybaví přejezdy P5075 - P5077 výstražným křížem a značkou P6 „Stůj, dej přednost v jízdě“. Přejezdy P5078 a P5079 se doplní o dodatkovou tabulku o maximální délce vozidla 16m.

staničení	označení	popis
km 44,150 422	P5075	křížení s lesní cestou A32a + P6 + dodatková tabulka s max. délkou vozidla 10m dřevěná výdřeva $75^{\circ}=83,333^{\circ}$
km 44,621 067	P5076	křížení s cyklostezkou A32a + P6 + dodatková tabulka s max. délkou vozidla 6m STRAIL $90^{\circ}=100^{\circ}$
45,803 824	P5077	křížení s lesní cestou A32a + P6 + dodatková tabulka s max. délkou vozidla 6m dřevěná výdřeva $87^{\circ}=96,6667^{\circ}$
km 46,455 112	P5078	křížení s účelovou komunikací A32a + dodatková tabulka s max. délkou vozidla 16m živičný $99^{\circ}=110^{\circ}$
km 46,631 380	P5079	křížení s pozemní komunikací III. Třídy A32a + dodatková tabulka s max. délkou vozidla 16m živičný $100^{\circ}=111,11^{\circ}$

### 7.3 Inženýrské sítě

Přes rekonstruovaný traťový úsek nejsou převáděny žádné inženýrské sítě.

## **8. Přeložky a demolice**

V rekonstruovaném úseku nedojde k žádným přeložkám ani demolicím stávajících objektů.

## **9. Závěr**

Bakalářská práce vystihuje problematiku návrhu nových geometrických parametrů koleje pomocí směrového a výškového vyrovnání s co nejmenší možnou mírou posunů kolejového roštu, zvýšení rychlosti, bezpečnosti provozu a v neposlední řadě komfortu. Návrh je směřován k maximálnímu snížení nákladu na údržbu a k co nejdelší životnosti zrekonstruovaného úseku. To spočívá v návrhu železničního spodku a s tím spojeného odvodnění.

V Brně dne 24.5. 2019

.....

Miloš Provázek

## 10. Použitá literatura

1. ČSN EN 13848-1+A1 (736359) A Železniční aplikace - Kolej - Kvalita geometrie koleje. Část 1, Popis geometrie koleje = Railway application - Track - Track geometry quality. Part 1, Charakterisation of track geometry. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009. Dostupné také z: <http://csnonline.agentura-cas.cz/>
2. ČSN 73 6360-1 (736360) A Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha. Část 1, Projektování = Geometrical characteristics of railway tracks. Part 1, Layout. Praha: Český normalizační institut, 2008. Dostupné také z: <http://csnonline.agentura-cas.cz/>
3. IŽVOLT, Libor. Železničný spodok: namáhanie, diagnostika, navrhovanie a realizácia konštrukčných vrstiev telesa železničného spodku. V Žiline: Žilinská univerzita, 2008. ISBN 978-80-8070-802-3.
4. PLÁŠEK, Otto. Železniční stavby: železniční spodek a svršek. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. ISBN 80-214-2621-7.
5. PLÁŠEK, Otto. Železniční stavby: návody do cvičení. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2003. ISBN 80-720-4267-X.
6. Kolejové dopravní stavby – ŽPSV. ŽPSV [online]. Dostupné z: <https://www.zpsv.cz/kolejove-dopravni-stavby/>
7. Mapy.cz. Mapy.cz [online]. Dostupné z: <https://mapy.cz>
8. ČÚZK - Úvod. ČÚZK - Úvod [online]. Copyright © [cit. 23.05.2019]. Dostupné z: <https://www.cuzk.cz>